



**BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG**

Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad  
nach dem Stand von Wissenschaft und Technik (ÜsiKo)

Baumgarten, Hengesbach, Stockmaier

## Planfeststellungsbeschluss Endlager Konrad, Mai 2002:

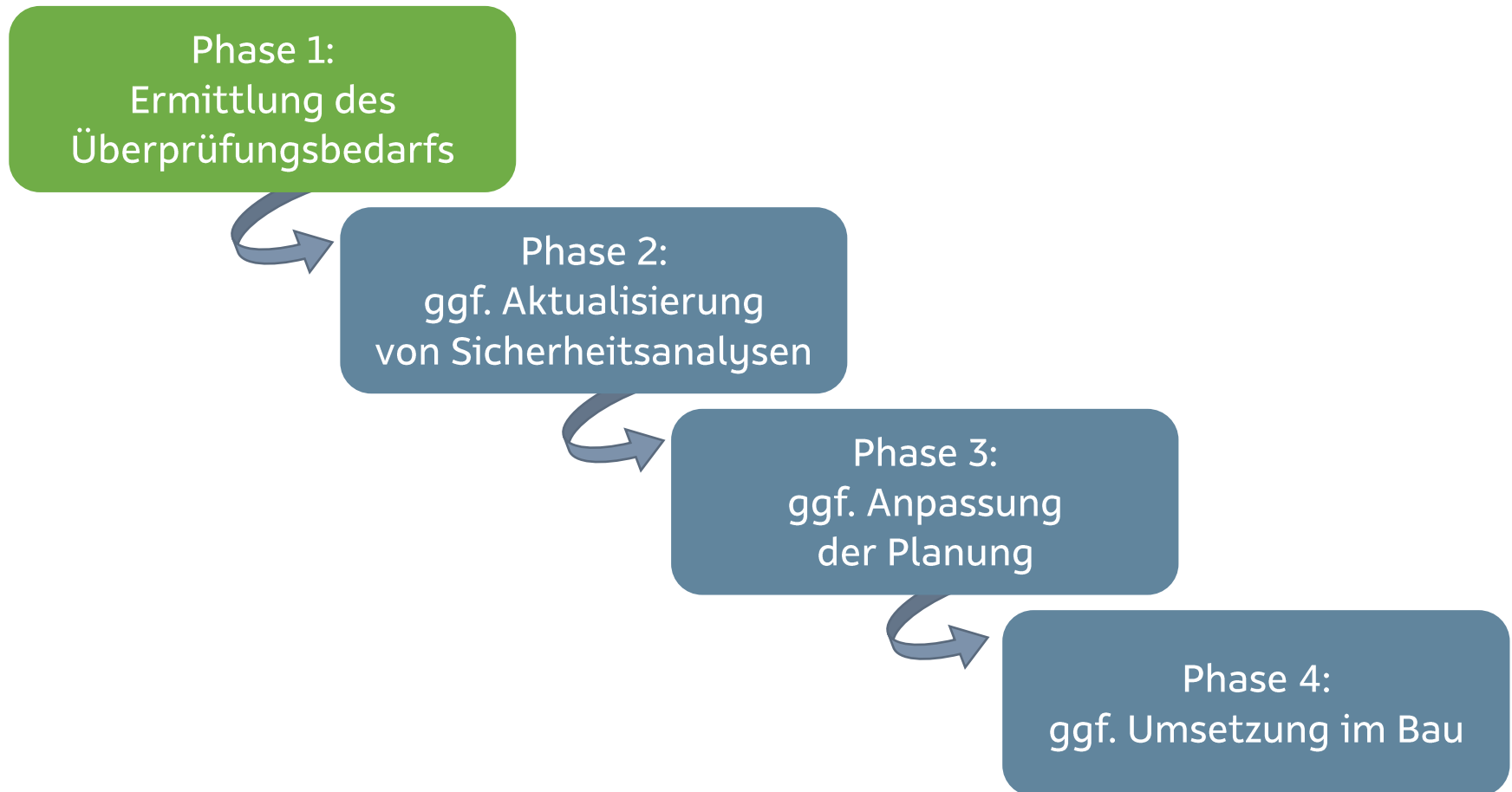
Die Prüfung hat ergeben, dass die „nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch Errichtung und den Betrieb der Anlage getroffen ist“

Der Stand von Wissenschaft und Technik (W&T) entwickelt sich ständig weiter

**Frage:** Gibt es auf Grund eines weiterentwickelten Standes von W&T neue/ergänzende Erkenntnisse zur Sicherheit des Endlagers Konrad?

- Kern der Überprüfung sind die **Sicherheitsanalysen** für das Endlager Konrad
- Abgleich eines heutigen **angemessenen Standes von Wissenschaft und Technik** mit den Sicherheitsanalysen für das Endlager Konrad
- Fokussierung auf **sicherheitsrelevante** Aspekte





## Phase 1

- Besteht ein sicherheitsrelevanter Überprüfungsbedarf?
  - wenn ja:
    - Genaue Beschreibung ➡ als Grundlage der Phase 2

## Phase 2

- Vertiefte Überprüfung
- ggf. Aktualisierung der betroffenen Teile von Sicherheitsanalysen
- ➡ Konkrete Ergebnisse in Bezug auf die identifizierten Überprüfungsbedarfe



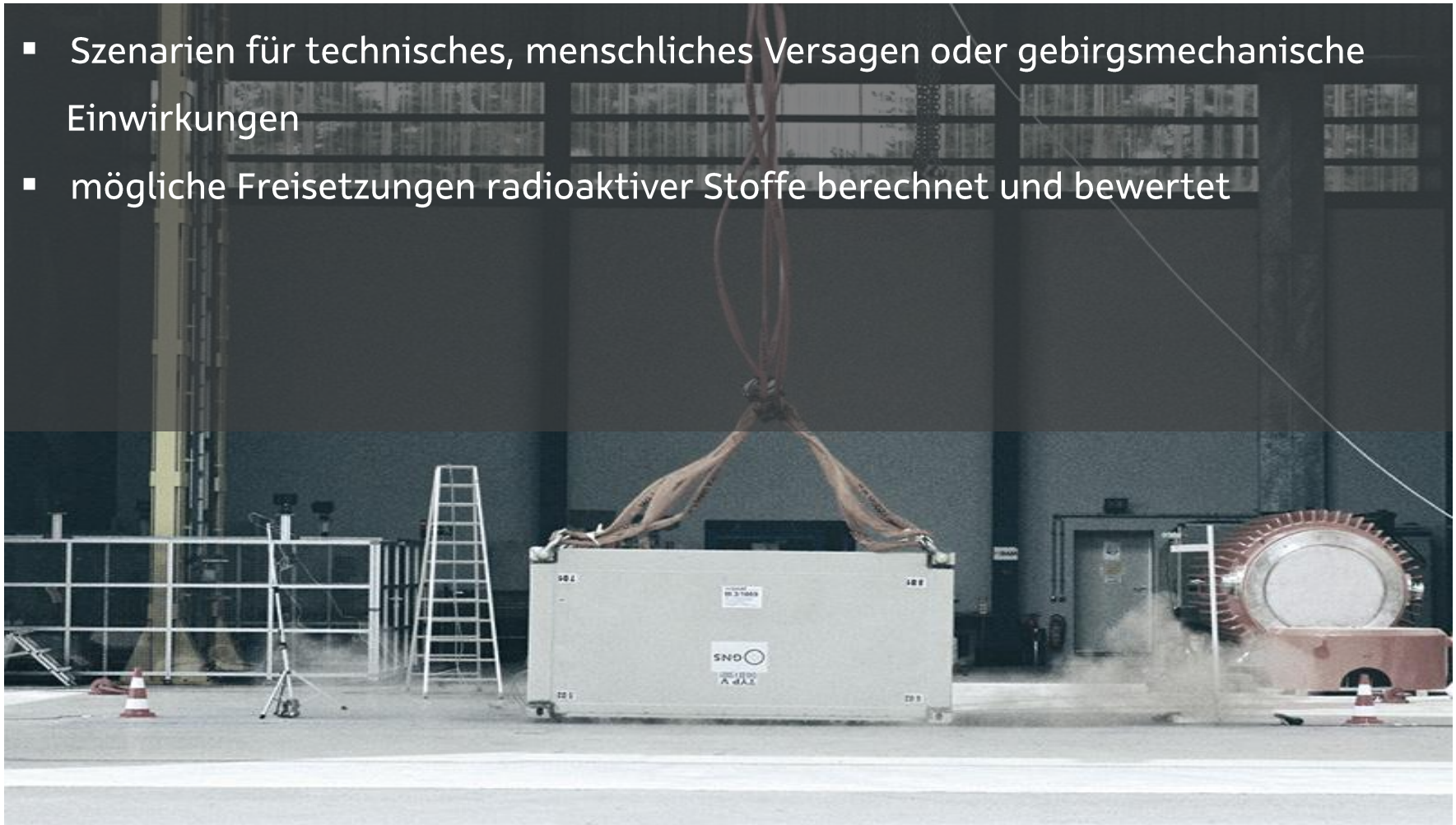
Ziel: Sichere Einhaltung der Grenzwerte

Pfad	Dosis Kleinkind [mSv/a]	Dosis Erwachsener [mSv/a]	Grenzwert [mSv/a]
Abluft	0,05	0,028	0,3
Abwasser	0,139	0,061	0,3
Direktstrahlung	0,6	0,6	
Summe aus Ableitungen + Direktstrahlung	0,79	0,69	1

Werte: Stand PfB; Mai 2002

# Sicherheitsanalysen für die Betriebsphase: Störfallanalysen

- Szenarien für technisches, menschliches Versagen oder gebirgsmechanische Einwirkungen
- mögliche Freisetzungen radioaktiver Stoffe berechnet und bewertet



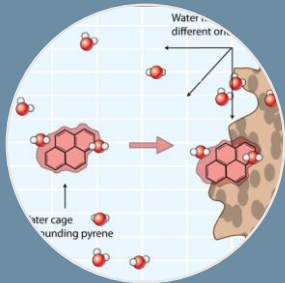


# Sicherheitsanalysen für die Nachbetriebsphase: Verschlossenes Endlager



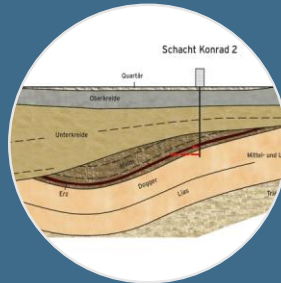
BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG

Langzeitsicherheit



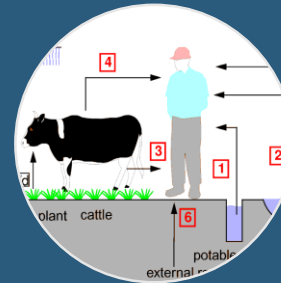
## Grubengebäude

- Ausfällung
- Sorption



## Geosphäre

- Transportverzögerung
- Verdünnung



## Biosphäre

- Trinkwasser
- Beregnung



## Ergebnis

Strahlenexposition –  
Vergleich  
Bewertungsmaßstäbe



# Phase 1: Ermittlung des Überprüfungsbedarfs

bestimmungsgemäßer  
Betrieb

- Brenk Systemplanung GmbH

Sicherstellung  
der Unterkritikalität  
in der Betriebsphase

- TÜV Rheinland Industrie Service GmbH

Störfallanalyse

- DMT GmbH & Co. KG
- DSR Ingenieurgesellschaft mbH

Sicherheitsanalysen  
der Nachbetriebsphase

- GRS gGmbH
- AF-Consult Switzerland Ltd.
- DMT GmbH & Co. KG

## Grundlegendes Ergebnis der Präsentationen der Auftragnehmer:

- Der ganz überwiegende Teil der Sicherheitsargumente hat auch unter Berücksichtigung eines fortgeschrittenen Standes von W&T **nach wie vor Gültigkeit**
- Der dem PFB zugrundeliegende Modellansatz zur Langzeitsicherheit beschreibt in weiten Teilen ein sehr **robustes System**
- Für vier Sicherheitsanalysen wurden sicherheitsrelevante Deltas (Überprüfungsbedarfe) ausgewiesen, die in einer weiteren Phase genauer zu betrachten sind.  
(keine bei: bestimmungsgemäßer Betrieb und thermische Beeinflussung des Wirtsgesteins)

## Zusammenfassung des Überarbeitungsbedarfes

- Priorisierung der Tätigkeiten aufgrund des Einflusses auf die weitere Bauausführung

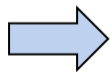
Priorität	Überarbeitungsbedarf
1	Berücksichtigung des Einsatzes elektrisch betriebener Transportwagen bei Brandszenarien, Validierung der Parameter für Brandszenarien auf Basis aktualisierter Brandlasten, Berücksichtigung der Auswirkung des Brandes eines Transportfahrzeuges auf den Ausbau
2	Erstellung einer MTO-Analyse
3	Bewertung von zusätzlichen Systemen zur Vermeidung der Kollision eines Fahrzeuges mit einem Hindernis
4	Störfallauswirkungen: Aktualisierung der Betrachtung der Auswirkungen auf die Bevölkerung

## Gesamteinschätzung des Sicherheitsniveaus

- Im Rahmen der Prüfung wurden vier sicherheitsrelevante Bewertungsbereiche erkannt.
- Die aktuelle Prüfung zeigte, dass bezüglich der Freisetzung aus Abfallgebinden eine hohe Konservativität aufgrund der Modellannahmen besteht.

## Fazit hinsichtlich des Überprüfungsbedarfs (Phase 1)

- Hinsichtlich der Sicherstellung der Unterkritikalität wurden 13 Abweichungen zwischen dem aktuellen Stand von W&T und dem Stand von W&T des PFB festgestellt
- 4 Abweichungen wirken sich auf den Sicherheitsfaktor aus und weisen damit eine sicherheitstechnische Relevanz auf:
  - 3 Abweichungen können zu einer Verminderung des Sicherheitsfaktors führen und weisen damit eine Überprüfungsbedarf in Phase II der ÜsiKo auf:
    - Erweiterung der Spaltstoffliste gemäß ANSI/AN-8.15
    - Änderung bei den kleinsten kritischen Massen gemäß ANSI/AN-8.15 (ggf. auch Erhöhung des Sicherheitsfaktors)
    - Bewertung heterogener Spaltstoffanordnungen
  - eine Abweichung kann zu einer Erhöhung des Sicherheitsfaktors führen:
    - Direkte Berechnung von Stoffgemischen (statt Summenkriterium) möglich



**Sicher unterkritischer Systemzustand durch vielfältige konservative Annahmen ist gewährleistet, Ergänzungsbedarf zu einzelnen Kritikalitätsnachweisen bzgl. aktuellem Stand von W&T**

## Zusammenfassung

Potenziell sicherheitsrelevante Deltas können 5 Aspekten zugeordnet werden:

1. Bewertung des Radionuklidtransports in der Gasphase
2. Überprüfung des Unterkreideszenarios
3. Einfluss von Kolloiden auf den Transport gelöster Radionuklide
4. Neuberechnung der Dosiskonversionsfaktoren
5. Vervollständigung des Nachweises zur Kritikalität in der Nachbetriebsphase

## Zielsetzung des Reviews:

- Unabhängige Aussagen zu den Ergebnissen der Auftragnehmer
- Sind die Ergebnisse der Auftragnehmer
  - vollständig
  - richtig und
  - nachvollziehbar ?



- Prof. K.-J. Röhlig
- Koordination des Reviews
- Institut für Endlagerforschung



- C. Küppers
- Bereich Nukleartechnik & Anlagensicherheit



- Prof. T. Schäfer
- Institut für Geowissenschaften



- Prof. C. Walther
- Institut für Radioökologie und Strahlenschutz





## Zusammenfassung

- Einheitliche Vorgaben zum Vorgehen der AN und zur Dokumentation wären wünschenswert gewesen (Nachvollziehbarkeit, Vergleichbarkeit!), insbes. unterschiedliche Methodik der AN zur Bewertung der Deltas (Schritt von identifizierten zu sicherheitsrelevanten Deltas)
- Bedeutung von (Über-)Konservativitäten im PFB nicht immer konsistent durch AN berücksichtigt
- Nützliche Grundlagen für Untersuchungen in der Phase 2, die für eine Leistungsbeschreibung in einigen Aspekten jedoch konkretisiert werden müssten
- Aus Phase 1 ergeben sich nach Einschätzung des Reviewteams keine Hinweise auf Aspekte, hinsichtlich derer die Bewertung der Sicherheit grundsätzlich in Frage zu stellen ist.



## Konservativität von Modellannahmen im PFB

- Annahmen zu Behälterstandzeiten
- Annahmen zu Lösungszufluss und Löslichkeitsgrenzen (Grubengebäude)
- Vernachlässigung des salinitätsbedingten Dichtegradienten bei der Modellierung der Grundwasserströmung
- Eindimensionale Transportrechnungen
- Vernachlässigung der Matrixdiffusion

- **Starke Überschätzung potentieller Konsequenzen**
- **Umfassend beim Umgang mit Deltas berücksichtigen!**

Langzeitsicherheit, Unterkritikalität (Nachbetriebsphase), thermische Beeinflussung d. Wirtsgesteins

Anregungen und Diskussionen aus der Fachöffentlichkeit  
im Workshop am 23. Januar 2019 in Braunschweig

## Beispiele:

- Begriff „einschlusswirksamer Gebirgsbereich (ewG)“
- Gebot der Optimierung
- Konservativität
- Konkurrenz von Ausbreitungsmechanismen
- ...

## Workshop

- Präsentationen von Auftragnehmern und Review-Team
- Anregungen aus der Fachöffentlichkeit

## Auftragnehmer

- Finalisierung der Berichte unter Berücksichtigung von Review und Workshop.

## BGE

- Veröffentlichung der Berichte der Auftragnehmer
- Vorbereitung und Durchführung einer Phase 2
- Abgestuftes Vorgehen: 2a, 2b, 2c, ...